

**Heat exchanger as well as a heat exchanger arrangement for a motor vehicle**

A3

**Patent number:** DE19722097  
**Publication date:** 1998-12-03  
**Inventor:** GHIANI FRANCO (DE)  
**Applicant:** BEHR GMBH & CO (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F28F9/00; F28F9/02; F28D1/00; B21D53/08; B23P15/26  
- **european:** F28D1/04E; F28F9/02B2; F28F9/16  
**Application number:** DE19971022097 19970527  
**Priority number(s):** DE19971022097 19970527

**Also published as:**

-  EP0881447 (A2)
-  US6012512 (A1)
-  JP11014271 (A)
-  EP0881447 (A3)
-  EP0881447 (B1)

Abstract not available for DE19722097

Abstract of corresponding document: **US6012512**

A heat exchanger for a motor vehicle includes a fin/tube block with flat tubes which are provided on opposite sides with tube ends. The tube ends are widened such that transversely extending, mutually adjacent wall sections of the tube ends flatly adjoin one another and the tube ends of a row are aligned with one another. One flow box is placed on the tube ends on each side of the fin/tube block. Each of the flow boxes ends flush with corresponding longitudinally extending wall sections of the tube ends. The transversely extending, mutually adjacent wall sections of the tube ends adjoin one another in a form-locking manner.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑩ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

⑪ DE 197 22 097 A 1

⑩ Int. Cl. 6:

F 28 F 9/00

F 28 F 9/02

F 28 D 1/00

B 21 D 53/08

B 23 P 15/26

⑪ Aktenzeichen: 197 22 097.5

⑪ Anmeldetag: 27. 5. 97

⑪ Offenlegungstag: 3. 12. 98

⑪ Anmelder:

Behr GmbH & Co., 70469 Stuttgart, DE

⑪ Vertreter:

Patentanwälte Wilhelm & Dauster, 70174 Stuttgart

⑪ Erfinder:

Ghiani, Franco, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE

⑩ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

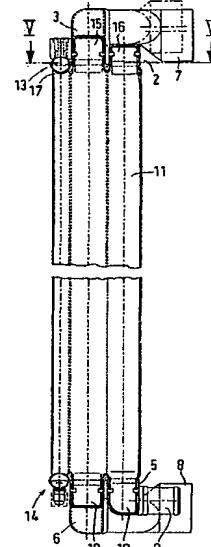
DE 195 43 986 A1  
DE 195 01 276 A1  
DE 40 12 046 A1  
DE 38 34 822 A1  
DE 24 23 440 A1  
DE 94 00 687 U1  
DE 91 11 412 U1  
DE-GM 72 29 162  
CH 3 78 353  
CH 1 85 245  
EP 02 53 167 A1

## Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑩ Wärmeübertrager sowie Wärmeübertrageranordnung für ein Kraftfahrzeug

⑩ Wärmeübertrager und Wärmeübertrageranordnung  
für ein Kraftfahrzeug.

Ein Wärmeübertrager mit einem Rippen/Rohrblock, dessen Flachrohre auf gegenüberliegenden Seiten mit derart aufgeweiteten Rohrenden versehen sind, daß querverlaufende, einander benachbarte Wandungsabschnitte der Rohrenden flächig aneinanderliegen und die Rohrenden in einer Reihe miteinander fluchten, wobei auf die Rohrenden auf beiden Seiten jeweils ein Strömungskasten bündig abschließend mit entsprechenden längsverlaufenden Wandungsabschnitten der Rohrenden aufgesetzt ist, sowie eine Wärmeübertrageranordnung mit wenigstens zwei in Durchströmungsrichtung hintereinander angeordneten Wärmeübertragern sind bereits bekannt. Erfindungsgemäß liegen die einander zugewandten Wandungsabschnitte der Rohrenden formschlüssig aneinander, und/oder den wenigstens zwei Wärmeübertragern ist auf gegenüberliegenden Seiten jeweils ein gemeinsames Seitenteil zugeordnet. Einsatz als Wasser/Luft-Kühler, als Ladeluftkühler und als Kondensator.



DE 197 22 097 A 1

DE 197 22 097 A 1

1  
Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager für ein Kraftfahrzeug mit einem Rippen/Rohrblock, dessen Flachrohre auf gegenüberliegenden Seiten mit derart aufgeweiteten Rohrenden versehen sind, daß quer verlaufende, einander benachbarte Wandungsabschnitte der Rohrenden flächig aneinanderliegen und die Rohrenden in einer Reihe miteinander fluchten, wobei auf die Rohrenden auf beiden Seiten jeweils ein Strömungskasten bündig abschließend mit entsprechenden längsverlaufenden Wandungsabschnitten der Rohrenden aufgesetzt ist, sowie eine Wärmeübertrageranordnung für ein Kraftfahrzeug mit wenigstens zwei in Durchströmungsrichtung hintereinander angeordneten Wärmeübertragern.

In der nicht vorveröffentlichten DE 195 43 986.4 ist ein Wärmeübertrager beschrieben, der einen Rippen/Rohrblock mit Flachrohren aufweist, deren Rohrenden zu jeweils recht-eckigen Querschnitten aufgeweitet sind. Die Rohrenden sind derart aufgeweitet, daß diese mit ihren quer zur Längsrichtung von aufgesetzten Strömungskästen verlaufenden Wandungsabschnitten flächig aneinanderliegen, und daß die jeweils seitlichen, längsverlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden miteinander fluchten und bündig mit den entsprechenden Wandungsbereichen der aufgesetzten Strömungskästen abschließen. Durch Verlötung der aneinander-schließenden Wandungsabschnitte und Wandungsbereiche wird die Abdichtung der Strömungskästen erreicht. Die Strömungskästen dienen als Sammel- oder Verteilerkästen. Die nicht vorveröffentlichte Patentanmeldung offenbart außerdem eine Wärmeübertrageranordnung mit zwei Wärmeübertragern, von denen der eine als Fahrzeugkühler und der andere als Kondensator ausgebildet ist. Diese beiden Wärmeübertrager sind in Durchströmungsrichtung der Luft unmittelbar hintereinander angeordnet und sind durch entsprechende Verbindungsmitte im Bereich der jeweiligen Strömungskästen miteinander verbunden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmeübertrager sowie eine Wärmeübertrageranordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine funktionssichere Herstellung sowie einen einfachen und platzsparenden Aufbau ermöglichen.

Für den Wärmeübertrager wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die einander benachbarten, querverlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden formschlüssig aneinanderliegen. Dadurch ist es möglich, bereits bei der Vormontage des Wärmeübertragers, d. h. vor der Verlötung der einzelnen Bauteile, eine exakte Ausrichtung und Fixierung der Rohrenden aneinander zu erzielen. Toleranzen durch einen seitlichen Versatz einzelner Rohrenden können vermieden werden. Durch die formschlüssige Anlage der Wandungsabschnitte aneinander ergibt sich zudem eine vergrößerte Anlagefläche, die eine erhöhte Sicherheit der Lötverbindung zur Folge hat.

In Ausgestaltung der Erfindung liegen die den Strömungskästen zugewandten, längsverlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden formschlüssig an korrespondierenden Wandungsbereichen der Strömungskästen an. Dadurch wird die Vormontage des Wärmeübertragers weiter verbessert, da auch die Strömungskästen – auf ihre Längsrichtung bezogen – exakt positioniert auf die Rohrenden aufgesetzt werden und in Längsrichtung durch den Form-schluß fixiert gehalten werden können. Zudem gewährleistet die formschlüssige Anlage einen vergrößerten Anlageflächenbereich, der die Dichtheit und die Sicherheit der späteren Lötverbindung zwischen den Strömungskästen und den Rohrenden weiter verbessert.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Ecken

der aufgeweiteten Rohrenden mit Radien zwischen 0 und 2 mm versehen. Dabei weisen die aufgeweiteten Rohrenden vorzugsweise eine rechteckige Form auf, die gemäß den zuvor beschriebenen Ausgestaltungen zusätzlich mit entsprechend verformten Wandungsabschnitten versehen sein können.

5 Die bevorzugten Radien gewährleisten, daß zwischen den benachbarten Rohrenden auch im Bereich der Außen-seiten lediglich äußerst schmale Spalte verbleiben, die voll-ständig durch das Lot beim Lötvorgang aufgefüllt werden können, so daß die dichte Lötverbindung untereinander und insbesondere zu den seitlichen Wandungsbereichen der Strömungskästen gewährleistet ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Rohrenden jeweils asymmetrisch zu Mittellängsebenen der zugeordneten Flachrohre aufgeweitet. Dadurch ist es möglich, spezielle Anordnungen der Bauteile des Wärmeübertragers zu verwirklichen, ohne die sichere Funktion des Wärmeübertragers zu beeinflussen.

10 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung entspricht der Umfang der Aufweitung jedes Rohrendes dem Umfang des zugeordneten Flachrohres zuzüglich oder abzüglich 30%. Die negative Relation zwischen dem Umfang jedes Flach-rohres und dem Umfang des zugeordneten, aufgeweiteten Rohrendes ergibt sich insbesondere durch eine abschnitts-weise doppelwandige Faltung der Wandung der Rohrenden.

15 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weisen die den benachbarten Rohrenden zugewandten querseitigen Wandungsabschnitte eine Höhe zwischen 0,3 und 2 mal einem Teilungsabstand der Flachrohre, nämlich  $0,3T \leq H_1 \leq 2T$ , auf. Dieser bevorzugte Dimensionierungsbereich ermöglicht eine sichere dichte Verbindung zwischen den Rohrenden sowie eine ausreichende Stabilität des gesamten Rippen/Rohrblockes.

20 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Flach-rohre relativ zur Symmetrieachse der aufgeweiteten Rohrenden schräg verlaufend ausgerichtet. Auch durch diese Aus-gestaltung ist eine spezielle Anordnung des Wärmeübertragers in einem Kraftfahrzeug möglich, wobei insbesondere eine schräge Anordnung des Wärmeübertragers innerhalb eines Motorraumes des Kraftfahrzeugs – auf die normale Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs bezogen – vorteilhaft ist.

25 Für die Wärmeübertrageranordnung wird die erfindungs-gemäße Aufgabe dadurch gelöst, daß den wenigstens zwei Wärmeübertragern auf gegenüberliegenden Seiten jeweils ein gemeinsamer Seitenteil zugeordnet ist. Durch die ge-meinsamen Seitenteile wird zum einen eine einfache und si-chere Verbindung der Wärmeübertrager relativ zueinander und zum anderen eine exakte Positionierung relativ zueinander erreicht. Darüber hinaus ergibt sich eine vereinfachte 30 Montage und Herstellung für die Wärmeübertrageranord-nung mit einer reduzierten Anzahl von Bauteilen.

35 In Ausgestaltung der Erfindung sind die Strömungskästen von wenigstens einem Wärmeübertrager in ihren Seitenbe-reichen offen gestaltet, und die gegenüberliegenden Seiten-teile sind jeweils mit wenigstens einem korrespondierenden Abschlußabschnitt versehen, die in die jeweiligen Seitenbe-reiche der Strömungskästen hineinragen und diese dicht ab-schließen. Dadurch ist es möglich, die Strömungskästen ein-fach zu gestalten, da diese als einfache U- Profile tiefgezo-gen werden können.

40 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weisen die we-nigstens zwei Wärmeübertrager gemeinsame, sich über die Gesamtfläche des Rippen/Rohrblockes erstreckende Rippen auf. Dadurch wird ein vereinfachter Aufbau der Wärmeübertrageranordnung erzielt, da die Anzahl der Bauteile reduziert ist und die Rippen direkt die Verbindung der Wärmeübertrager untereinander herstellen.

45 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Strö-

mungskästen der wenigstens zwei Wärmeübertrager mit Anschlußstutzen versehen, die parallel zueinander und gleichsinnig gekrümmt ausgerichtet sind. Dadurch ist eine strömungsgünstige Anordnung der Anschlußstutzen gegeben, die zudem auch platzsparend wirkt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind zwischen den Rohren und/oder den Strömungskästen Isolationsspalte angeordnet. Diese Isolationsspalte dienen zur thermischen Isolierung der benachbarten Wärmeübertrager gegeneinander, wobei die Isolationsspalte die Rohre jeweils vorzugsweise über ihre gesamte Länge bis zu den jeweiligen Strömungskästen voneinander trennen. Diese Ausgestaltung erfaßt jedoch auch Isolationsspalte, die lediglich abschnittsweise zwischen den benachbarten Rohren und/oder Strömungskästen vorgesehen sind. Die Isolationsspalte weisen bevorzugte Breiten zwischen 1 und 10 mm auf.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung, die anhand der Zeichnungen dargestellt sind.

**Fig. 1** zeigt eine Frontansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmeübertrageranordnung, die aus drei unterschiedlichen Wärmeübertragern zusammengesetzt ist,

**Fig. 2** eine Seitenansicht der Wärmeübertrageranordnung nach **Fig. 1**,

**Fig. 3** ein gemeinsames Seitenteil für die Wärmeübertrageranordnung nach den **Fig. 1** und **2**,

**Fig. 4** eine Ansicht des Seitenteiles nach **Fig. 3** in Richtung des Pfeiles **TV** in **Fig. 3**,

**Fig. 5** einen Schnitt durch die Wärmeübertrageranordnung nach den **Fig. 1** und **2** entlang der Schnittlinie **V-V** in **Fig. 2**,

**Fig. 6** einen Schnitt durch eine weitere Wärmeübertrageranordnung nach **Fig. 7** entlang der Schnittlinie **VI-VI** in **Fig. 7**,

**Fig. 7** eine Seitenansicht der weiteren Wärmeübertrageranordnung, die zwei unterschiedliche Wärmeübertrager mit einem gemeinsamen Seitenteil aufweist,

**Fig. 8** einen Längsschnitt durch die Wärmeübertrageranordnung nach **Fig. 7**,

**Fig. 9** schematisch einen Querschnitt auf Höhe einer Rippen/Rohrblockes durch eine Wärmeübertrageranordnung ähnlich den **Fig. 7** und **8**,

**Fig. 10** einen weiteren schematischen Querschnitt durch eine Wärmeübertrageranordnung ähnlich den **Fig. 1**, **2** und **5** im Bereich eines gemeinsamen Rippen/Rohrblockes,

**Fig. 11** einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmeübertrageranordnung mit drei unterschiedlichen Wärmeübertragern, die strömungsgünstig und symmetrisch angeordnete Anschlußstutzen aufweisen,

**Fig. 12** schematisch einen Ausschnitt eines Rippen/Rohrblockes im Bereich aufgeweiteter Rohrenden,

**Fig. 13** einen weiteren Ausschnitt eines Rippen/Rohrblockes ähnlich **Fig. 12** mit asymmetrisch aufgeweiteten Rohrenden,

**Fig. 14** einen Ausschnitt eines Flachrohrs gemäß **Fig. 12** im Bereich seines aufgeweiteten Rohrendes,

**Fig. 15** schematisch einen Schnitt durch einen als Strömungskasten dienenden Wasserkasten, der auf aufgeweitete Rohrenden von Flachrohren aufgesetzt ist,

**Fig. 16** eine Draufsicht auf das Flachrohr nach **Fig. 14** in Richtung des Pfeiles **XVI** in **Fig. 14**,

**Fig. 16a** einen vergrößerten Ausschnitt des Flachrohrs nach **Fig. 16** in dem Bereich **XVIa** in **Fig. 16**,

**Fig. 17** eine weitere Draufsicht in **Fig. 16**, jedoch auf ein asymmetrisch aufgeweitetes Flachrohr,

**Fig. 18** einen Schnitt durch das Flachrohr gemäß **Fig. 14** entlang der Schnittlinie **XVIII** in **Fig. 14**,

**Fig. 19** einen Schnitt durch ein weiteres Flachrohr ähnlich **Fig. 18**,

**Fig. 20** einen Schnitt durch das Flachrohr nach **Fig. 14** im Bereich seines aufgeweiteten Rohrendes entlang der Schnittlinie **XX-XX** in **Fig. 14**,

**Fig. 21** schematisch eine Draufsicht auf aufgeweitete Rohrenden eines Rippen/Rohrblockes,

**Fig. 22** schematisch aufgeweitete Rohrenden eines weiteren Rippen/Rohrblockes ähnlich **Fig. 21**,

**Fig. 23** schematisch eine Draufsicht auf aufgeweitete Rohrenden eines weiteren Rippen/Rohrblockes ähnlich **Fig. 21**,

**Fig. 24** schematisch einen Querschnitt durch einen Wärmeübertrager im Bereich aufgeweiteter Rohrenden und eines aufgesetzten Strömungskastens,

**Fig. 25** schematisch eine Darstellung ähnlich **Fig. 24**, wobei die formschlüssige Fixierung des Strömungskastens auf den aufgeweiteten Rohrenden anders gestaltet ist,

**Fig. 26** schematisch aufgeweitete Rohrenden eines weiteren Rippen/Rohrblockes ähnlich den **Fig. 21** bis **23**, und

**Fig. 27** schematisch eine Draufsicht auf einen Rippen/Rohrblock mit aufgeweiteten Rohrenden und schräggestellten Flachrohren.

Eine Wärmeübertrageranordnung **1** für ein Kraftfahrzeug gemäß den **Fig. 1** bis **5** weist einen ersten Wärmeübertrager in Form eines Wasser/Luft-Kühlers, einen zweiten Wärmeübertrager in Form eines Ladeluftkühlers sowie einen dritten Wärmeübertrager in Form eines Kondensators auf. Die drei Wärmeübertrager sind parallel zueinander quer zur Fahrzeuglängsrichtung in einem Motorraum des Kraftfahrzeugs angeordnet, so daß sie in Durchströmungsrichtung des Fahrwinds bei normaler Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs hintereinander angeordnet sind. Der Wasser/Luft-Kühler weist einen in **Fig. 1** oberen, als Strömungskasten dienenden Wasserkasten **2** sowie einen unteren Wasserkasten **5** auf, wobei am unteren Wasserkasten **5** zwei Anschlußstutzen **9** und **10** für den Anschluß des Wasser/Luft-

**30** Kühlers an den entsprechenden Kühlwasserkreislauf angeordnet sind. Zwischen den beiden Wasserkästen **2** und **5** erstreckt sich ein Rippen/Rohrblock **4**, dessen Aufbau und dessen Verbindung mit den Wasserkästen **2** und **5** nachfolgend noch näher beschrieben werden wird. Hinter dem Wasser/Luft-Kühler ist der Ladeluftkühler angeordnet, der einen als Strömungskasten dienenden oberen Luftkasten **3** sowie einen entsprechenden unteren Luftkasten **6** aufweist. Zwischen den beiden Luftkästen **3** und **6** ist analog zum Wasser/Luft-Kühler ein nicht näher dargestellter Rippen/Rohrblock

**35** vorgesehen, dessen Aufbau und dessen Verbindung mit den Luftkästen **3** und **6** dem entsprechenden Aufbau des Wasser/Luft-Kühlers entspricht. Hinter dem Ladeluftkühler ist der Kondensator positioniert, der einen oberen Strömungskasten **13** sowie einen unteren Strömungskasten **14** und einen zwischen diesen Strömungskästen **13**, **14** verlaufenden und nicht näher bezeichneten Rippen/Rohrblock aufweist. Jeder Strömungskasten **13**, **14** wird durch zwei zu einem runden Hohlkammerprofil zusammengesetzte Halbschalen gebildet, wobei jeweils eine Halbschale einen Boden des jeweiligen Strömungskastens **13**, **14** darstellt und mit Einzügen zur dichten Anbindung an Rohrenden der Flachrohre versehen ist. Seitlich sind die Strömungskästen **13**, **14** jeweils durch einen Deckeleinsatz dicht verschlossen.

Sowohl der Rippen/Rohrblock des Ladeluftkühlers als auch der Rippen/Rohrblock des Wasser/Luft-Kühlers sind aus einer Vielzahl von zueinander parallelen Flachrohren sowie zwischen diesen angeordneten Wellrippen zusammengesetzt. Die gegenüberliegenden Rohrenden der Flach-

**40** rohren sind aufgeweitet, wobei die aufgeweiteten Rohrenden an den entsprechenden Wasserkästen **2** und **5** sowie an den entsprechenden Luftkästen **3** und **6** angeschlossen sind. Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten. Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten.

**45** Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten. Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten.

**50** Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten. Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten.

**55** Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten. Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten.

**60** Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten. Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten.

**65** Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten. Die aufgeweiteten Rohrenden sind so gestaltet, daß sie einen guten Anlauf an den Wasserkästen **2** und **5** sowie an den Luftkästen **3** und **6** gewährleisten.

rohre sind jeweils rechteckig aufgeweitet, so daß die Rohrenden gemäß Fig. 1 in jeweils einer Reihe mit ihren in Längsrichtung der Strömungskästen gesehen querlaufenden Wandungsabschnitten flächig und dicht aneinanderliegen. Die längsverlaufenden Wandungsabschnitte der aufgeweiteten Rohrenden verlaufen jeweils in einer Flucht zueinander. An diesen längsverlaufenden Wandungsabschnitten der Rohrenden, die jeweils die Außenseiten des Rippen/Rohrblockes bilden, liegen korrespondierende, längsverlaufende Wandungsbereiche der Strömungskästen flächig und bündig abschließend an. Die aufgeweiteten Rohrenden bilden somit direkt die "Böden" der Strömungskästen, so daß das zusätzliche Vorsehen von Böden im Bereich der Strömungskästen vermieden wird. Der beschriebene Aufbau der Wärmeübertrager entspricht der Gestaltung der Rohrenden und dem Aufsetzen der Strömungskästen, wie es in der nicht vorveröffentlichten DE 195 43 986,4 beschrieben ist.

Die Strömungskästen sowohl des Ladeluftkühlers als auch des Wasser/Luft-Kühlers sind an ihren gegenüberliegenden Seitenbereichen jeweils offen gestaltet. Den seitlichen Abschluß dieser Seitenbereiche der Strömungskästen übernimmt jeweils ein Abschlußabschnitt 15, 16, 18, 19 eines Seitenteiles 11, 12, das sich einstückig über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung und damit über alle drei Wärmeübertrager erstreckt. Die beiden Seitenteile 11, 12 begrenzen die Rippen/Rohrblöcke des Wasser/Luft-Kühlers, des Ladeluftkühlers und des Kondensators auf gegenüberliegenden Seiten. Die Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 jedes Seitenteiles 11, 12 ragen in Verlängerung der Seitensteile jeweils in die Seitenbereiche der Strömungskästen hinein ab, wobei die Außenkonturen der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 jeweils exakt an die Innenkonturen der Seitenbereiche der Strömungskästen angepaßt sind, so daß sich eine umlaufend dichte Anlage der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 an den entsprechenden Innenwandungen der Strömungskästen ergibt.

Zur Stabilisierung der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 sowie zur Vergrößerung der flächigen, umlaufenden Anlage der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 an den jeweiligen Innenwandungen der Strömungskästen weisen diese in ihrem Randbereich jeweils einen längs der Wandungen der Strömungskästen verlaufenden Anlagesteg auf, der rechtwinklig zu der Fläche des jeweiligen Seitenteils 11, 12 und damit parallel zu den Innenwandungen des jeweiligen Strömungskastens abragt. Im Bereich der Strömungskästen 13, 14 des Kondensators weisen die Seitenteile 11, 12 lediglich einen Anlageabschnitt 17 auf, der sich an einer Unterkante der jeweiligen Halbschale der Strömungskästen 13, 14 abstützt und somit keine seitliche Dichtfunktion übernimmt. Wie bereits beschrieben, werden die seitlichen Dichtfunktionen der Strömungskästen 13, 14 durch entsprechende seitliche Schließdeckel erfüllt, die in die Hohlkammerprofile der Strömungskästen 13, 14 dicht eingesetzt sind. Die beiden Seitenteile 11, 12 werden für die Montage der Wärmeübertrageranordnung von gegenüberliegenden Seiten her an die Rippen/Rohrblöcke angesetzt und gleichzeitig mit ihren Abschlußabschnitten 15, 16, 18, 19 axial – auf die Längsrichtung der Strömungskästen bezogen – in die Strömungskästen eingesetzt. Durch eine Spannvorrichtung wie Spannbänder oder ähnliches wird die gesamte Wärmeübertrageranordnung einschließlich der Seitenteile 11, 12 in Querrichtung der Rippen/Rohrblöcke auf Druck belastet und anschließend in einem gemeinsamen Lötprozeß dicht verlötet. Voraussetzung hierfür ist selbstverständlich, daß alle Bauteile der Wärmeübertrageranordnung 1 aus Metallblech, vorzugsweise einer Aluminiumlegierung, hergestellt sind. Wenigstens die jeweils dicht zusammenzufügenden Abschnitte der einzelnen Bauteile der Wärmeübertrageranord-

nung sind entsprechend lotplattiert. Um die Seitenteile 11, 12 bereits im Vormontagestadium in den Seitenbereichen der Strömungskästen zu fixieren, sind an den gegenüberliegenden Stirnkanten der Strömungskästen jeweils Haltekralle vorgesehen, die beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 mit den Bezugszeichen 26 versehen sind. Diese werden nach dem axialen Einschieben der Abschlußabschnitte der Seitenteile 11, 12 nach innen gebogen, wobei sie in entsprechende Aussparungen der Anlagestege der Abschlußabschnitte 15, 16, 18, 19 eingreifen. Auch ohne die beschriebene Spannvorrichtung wird somit über die Seitenteile 11, 12 bereits eine Fixierung der Strömungskästen des Ladeluftkühlers und des Wasser/Luft-Kühlers relativ zu den zugehörigen Rippen/Rohrblöcken und relativ zu den Seitenteilen 11, 12 erzielt.

Wie aus der Darstellung nach Fig. 5 erkennbar ist, ergibt sich durch das direkte Aufsetzen der Strömungskästen auf die aufgeweiteten Rohrenden einerseits und das Vorschen von gemeinsamen, jeweils einstückigen Seitenteilen 11, 12 andererseits ein äußerst schmalbauender, kompakter Aufbau der Wärmeübertrageranordnung, wobei zwischen den einzelnen Flachrohren 21, 22, 24 des Kondensators, des Ladeluftkühlers und des Wasser/Luft-Kühlers und damit zwischen den jeweiligen Rippen/Rohrblöcken lediglich äußerst geringe Abstände verbleiben. Da der Ladeluftkühler und der Wasser/Luft-Kühler im Bereich der Strömungskästen voneinander getrennt sind, ergibt sich in diesen Bereichen eine gute thermische Isolierung zwischen den benachbarten Strömungskästen. Aus Fig. 5 ist zudem erkennbar, daß die Flachrohre 21 des Kondensators durch einen Boden 20 des zugehörigen Strömungskastens 13 hindurchragen und mittels dieses Bodens 20 in dem Strömungskasten 13 festgelegt sind.

Eine weitere Wärmeübertrageranordnung gemäß den Fig. 6 bis 8 weist lediglich zwei hintereinander angeordnete Wärmeübertrager auf, von denen der eine als Wasser/Luft-Kühler und der andere als Kondensator ausgebildet sind. Der Wasser/Luft-Kühler entspricht in seinem Aufbau dem zuvor anhand der Fig. 1 bis 5 ausführlich beschriebenen Wasser/Luft-Kühler der Wärmeübertrageranordnung 1, so daß hierzu keine weitere Erläuterung notwendig ist. Gleichermaßen gilt für den Aufbau des Kondensators nach den Fig. 6 bis 8. Dem Wasser/Luft-Kühler und dem Kondensator sind ebenfalls auf gegenüberliegenden Seiten zwei gemeinsame Seitenteile 12a zugeordnet, die grundsätzlich entsprechend den Seitenteilen 11 und 12, jedoch für lediglich zwei Wärmeübertrager ausgelegt, gestaltet sind. Jedes Seitenteil 12a weist lediglich jeweils einen Abschlußabschnitt 16a für den jeweiligen Seitenbereich des Wasserkastens des Wasser/Luft-Kühlers auf, die analog der Ausgestaltung nach den Fig. 1 bis 5 mit Hilfe von Haltekralle 26 in den Seitenbereichen fixiert und anschließend dicht mit den Wasserkästen verlötet sind. Der kompakte Aufbau der Wärmeübertrageranordnung sowie die analoge Gestaltung zu der Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 1 bis 5 ist im übrigen den Zeichnungen Fig. 6 bis 8 entnehmbar, wobei für gleiche Bauteile auch gleiche Bezugszeichen, lediglich unter Hinzufügung des Buchstabens a verwendet wurden.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 ist eine Wärmeübertrageranordnung ähnlich den Fig. 6 bis 8 ausschnittsweise dargestellt, die sich vorzugsweise ebenfalls aus einem Wasser/Luft-Kühler und einem Kondensator zusammensetzt. Wesentlicher Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 bis 8 ist es, daß diese Wärmeübertrageranordnung einen gemeinsamen Rippen/Rohrblock aufweist, in dem zwar die Flachrohre 21b des Kondensators einerseits und die Flachrohre 24b des Wasser/Luft-Kühlers andererseits voneinander getrennt sind, die aber gemeinsame und über die

gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung durchgehende Wellrippen 27 aufweist. Die Wellrippen 27 weisen somit die gleiche Breite wie die sich ebenfalls über die gesamte Wärmeübertrageranordnung erstreckenden Seiten-  
teile 12b auf.

Die Wärmeübertrageranordnung gemäß Fig. 10 ist analog der Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 9 ebenfalls mit einem gemeinsamen Rippen/Rohrblock versehen, wobei Wellrippen 28 sich über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung erstrecken. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind jedoch erneut drei Wärmeübertrager, vorzugsweise in Form eines Wasser/Luft-Kühlers, eines Ladeluftkühlers und eines Kondensators, in der Wärmeübertrageranordnung kombiniert und durch jeweils über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung durchgehende, einstückige Seitenteile 12c analog dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 5 zusammengehalten. Bei dieser Wärmeübertrageranordnung sind somit die Flachrohre 24c des ersten Wärmeübertragers, die Flachrohre 22c des zweiten Wärmeübertragers und die Flachrohre 21c des dritten Wärmeübertragers jeweils in geringen Abständen zueinander angeordnet. Diese Flachrohre 21c, 22c, 24c sind jedoch durch jeweils zwischen diesen parallel verlaufende und sich über die gesamte Breite aller Flachrohre 21c, 22c, 24c erstreckende Wellrippen 28 miteinander verbunden.

Die Wärmeübertrageranordnung 29 gemäß Fig. 11 entspricht in ihrem Aufbau grundsätzlich dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 5 oder Fig. 10. Ein Wasser/Luft-Kühler weist Flachrohre 30 eines nicht näher dargestellten Rippen/Rohrblockes auf, auf deren aufgeweitete Rohrenden direkt Wasserkästen 35 aufgesetzt sind. Die Wasserkästen 35 sind identisch und symmetrisch zueinander gestaltet und weisen jeweils einen Anschlußstutzen 37 auf, die sich gemäß der Darstellung nach Fig. 11 parallel zueinander in der gleichen Richtung erstrecken. Der Ladeluftkühler weist analog zu dem Wasser/Luft-Kühler gestaltete Flachrohre 31 eines zugeordneten Rippen/Rohrblockes auf, auf deren aufgeweitete Rohrenden auf gegenüberliegenden Seiten jeweils ein Luftkasten 34 aufgesetzt ist. Auch die Luftkästen 34 auf den gegenüberliegenden Seiten des Ladeluftkühlers sind identisch und symmetrisch zueinander gestaltet, wobei beide Luftkästen jeweils einen Anschlußkrümmer aufweisen, der jeweils oberhalb bzw. unterhalb des jeweiligen Wasserkastens 35 derart symmetrisch zu dem Wasser/Luft-Kühler gekrümmkt ist, daß die eingesetzten Anschlußstutzen 36 parallel zu den Anschlußstutzen 37 des Wasser/Luft-Kühlers ausgerichtet sind. Dadurch ergibt sich für die Wärmeübertrageranordnung eine besonders strömungsgünstige Ausgestaltung. Aufgrund des symmetrischen, identischen Aufbaus der gegenüberliegenden Strömungskästen ist eine vereinfachte Herstellung der Wärmeübertrageranordnung in besonders hohen Stückzahlen ermöglicht. Der Kondensator, der aus Strömungskästen 33 und einem Flachrohre 32 aufweisenden Rippen/Rohrblock zusammengesetzt ist, ist ebenfalls symmetrisch zu einer Mittelquerebene (strichpunktiert dargestellt) der Wärmeübertrageranordnung aufgebaut. Die einzelnen Wärmeübertrager nach Fig. 11 sind durch gemeinsame Seitenteile und/oder über die gesamte Tiefe der Wärmeübertrageranordnung 29 verlaufende Wellrippen zu einem Gesamtblock analog den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen miteinander fest verbunden. Für alle Ausführungsbeispiele gilt, daß alle Bauteile der Wärmeübertrager und der Wärmeübertrageranordnung für eine Verlötzung in einem gemeinsamen Lötzprozeß aus Metall hergestellt sind.

Die Wärmeübertrageranordnungen nach den Fig. 8 bis 11 weisen zum einen Strömungskästen (Wasserkasten 2a und Strömungskasten 13a nach Fig. 8 sowie Wasserkasten 35,

Luftkasten 34 und Strömungskasten 33 nach Fig. 11) auf, die jeweils durch Isolationsspalte  $SP_1$ ,  $SP_4$  voneinander getrennt sind. Dabei ist zwischen dem Wasserkasten 2a und dem Strömungskasten 13a nach Fig. 8 lediglich ein schmäler Isolationsspalt  $SP_1$  von ca. 1 mm vorgesehen, der Isolationsspalt zwischen dem Wasserkasten 35 und dem Luftkasten 34 ist wesentlich größer gestaltet. Die Isolationsspalte sollen Wärmeübergänge zwischen den im Betrieb unterschiedlich heißen oder warmen Strömungskästen vermeiden.

Ergänzend oder alternativ sind zwischen den Rohren 21b, 24b weitere Isolationsspalte  $SP_2$  sowie zwischen den Rohren 21c, 22c, 24c jeweils Isolationsspalte  $SP_2$  und  $SP_3$  vorgesehen, die zur thermischen Isolierung der benachbarten Rohrblöcke dienen (Fig. 9, 10). In gleicher Weise sind bei der Wärmeübertrageranordnung nach Fig. 11 Isolationsspalte  $SP_2$ ,  $SP_3$  zwischen den Rohren 31, 32 bzw. 30, 31 vorgesehen.

Alle Isolationsspalte weisen eine Breite zwischen 1 mm und 10 mm auf.

Ein Wärmeübertrager, wie er anhand der Wasser/Luft-Kühler sowie anhand der Ladeluftkühler der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele offenbart ist, kann verschiedene Details aufweisen, wodurch sich für einen Wärmeübertrager mit einem grundsätzlich bereits beschriebenen Aufbau die nachfolgend anhand der Fig. 12 bis 27 aufgeführten Ausgestaltungen ergeben. Diese Details können entweder für sich oder in wahlweiser Kombination die jeweiligen Ausgestaltungen von Wärmeübertragern ergeben.

Gemäß Fig. 12 sind die aufgeweiteten Rohrenden des Rippen/Rohrblockes eines Wärmeübertragers, wie er zuvor grundsätzlich beschrieben worden ist, mit einer rechteckigen Auftulpe A versehen, wie sie in Fig. 20 dargestellt ist. Dabei ist die Breite L (Fig. 14) der längsverlaufenden Wandungsabschnitte jeder Auftulpe A geringer als die Breite  $B_2$  (Fig. 14) der zugehörigen Flachrohre. Die in Längsrichtung der Strömungskästen verlaufenden längsseitigen Wandungsabschnitte weisen eine Breite  $B_1$  auf, die dem Teilungsabstand T des Rippen/Rohrblockes entspricht. Die Höhe  $H_1$  der quer verlaufenden Wandungsabschnitte der Auftulpen A, die der Höhe der Anlagefläche dieser Wandungsabschnitte aneinander entspricht, liegt zwischen 0,3 und 2 mal dem Teilungsabstand T des Rippen/Rohrblockes, wobei die Auswahl aus diesem Bereich abhängig von jeweiligen Anforderungen an den Wärmeübertrager gewählt wird.

Der Übergangsbereich jeder Auftulpe A zwischen dem normalen Flachrohrquerschnitt und dem jeweiligen Stirnende des aufgeweiteten Rohrenden weist einen Neigungswinkel W – auf die Fläche des quer verlaufenden Wandungsabschnittes der Auftulpe A bezogen – auf, der zwischen 5° und 90°, vorzugsweise jedoch zwischen 25° und 65° liegt. Dabei kann der Übergangsbereich entweder als schiefe Ebene oder aber lediglich als direkter Anschluß zweier Radien – vom Flachrohr aus einerseits und von der Auftulpe her andererseits – vorgesehen sein. In diesem Fall wird der Neigungswinkel W dann durch die gemeinsame Tangente der beiden Radien bestimmt. Wie aus Fig. 15 erkennbar ist, ist die Höhe  $H_2$  der längsseitigen Wandungsabschnitte jeder Auftulpe A, die zur flächigen Lötanlage der korrespondierenden Wandungsbereiche des jeweiligen Strömungskästen S dient, geringer als die Höhe  $H_1$  der querseitigen Wandungsabschnitte, wobei das Verhältnis dieser Höhe  $H_1$  und  $H_2$  sich aus dem Grad der Auftulpe A relativ zum Flachrohr F ergibt. Der Grad der Auftulpe definieren sich unter anderem aus dem Verhältnis der Umfänge der Auftulpe A einerseits und des zugehörigen Flachrohres F andererseits. Der Umfang der Auftulpe A ist gemäß bevorzugt

ten Ausführungsbeispielen so dimensioniert, daß er dem Umfang des zugehörigen Flachrohres F plus oder minus 30% entspricht.

Die Ecken der rechteckigen Auftulplungen A der Flachrohre weisen vorzugsweise einen Außenradius  $R_a$  und einen Innenradius  $R_i$  (Fig. 16) auf, die zwischen 0 und 2 mm liegen. Der Außenradius  $R_a$  ist dabei so bemessen, daß zwischen den benachbarten Rohrenden und den Seitenwandungen der Strömungskästen nur sehr schmale Fugen verbleiben, die im Lötlofen durch das fließende Lot vollständig und dicht ausgefüllt werden.

Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 13 und 17 sind die Rohrenden der Flachrohre F des Rippen/Rohrblockes asymmetrisch aufgeweitet, wodurch sich zu einer Mittellängsebene jedes Flachrohres F versetzte Auftulplungen  $A_5$  ergeben. Die benachbarten Auftulplungen  $A_5$  sind gemäß Fig. 13 aneinandergesetzt, um die gegenseitige dichte Verbindung zu erzielen.

Die Flachrohre bilden entweder gemäß dem Flachrohr  $F_1$  nach Fig. 19 einen einzelnen, durchgehenden Strömungskanal, oder aber sind gemäß dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 14 bis 18 mit zwei voneinander getrennten Strömungskanälen ( $F_{S1}$ ,  $F_{S2}$ ) versehen, wobei das dargestellte Flachrohr F durch entsprechende längsverlaufende Sicken N auf gegenüberliegenden Seiten gestaltet ist. Die beiden Strömungskanäle können auch durch ein entsprechend extrudiertes Aluminiumprofil geschaffen werden. Bei einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind mehr als zwei Strömungskanäle in einem Flachrohr vorgesehen.

Anhand der schematischen Darstellungen nach den Fig. 21 bis 27 sind verschiedene Ausführungsbeispiele dargestellt, die die "bodenlosen" Wärmeübertrager, bei denen Strömungskästen direkt auf die aufgeweiteten Rohrenden des Rippen/Rohrblockes aufgesetzt sind, weiter verbessern. Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 21 bis 23 und 26 wird eine formschlüssige Fixierung der aufgeweiteten Rohrenden aneinander quer zur Längsrichtung der nicht dargestellten Strömungskästen durch eine entsprechende Formgebung der querseitigen Wandungsabschnitte der aufgeweiteten Rohrenden  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  und  $A_6$  erzielt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 21 sind die Wandungsabschnitte jeweils korrespondierend bogenförmig gekrümmt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 22 sind sie wellenförmig gekrümmt. Die Wandungsabschnitte des Ausführungsbeispiels nach Fig. 23 weisen bogenförmige Krümmungen auf, die zwischen geradlinigen Stegen der Wandungsabschnitte verlaufen. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 26 verlaufen die Wandungsabschnitte ebenfalls wellenförmig, wobei die Wellenform sich bis zu den querseitigen Wandungsabschnitten hin erstreckt und nicht in geradlinige Stege übergeht, wie dies beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 22 der Fall ist.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 24 und 25 sind die querseitigen Wandungsabschnitte der aufgeweiteten Rohrenden  $A_4$  und  $A_5$  gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 20 unverändert geradlinig und eben gestaltet. Dafür sind die längsseitigen Wandungsabschnitte V-förmig nach außen aufgeweitet. Ergänzend sind die korrespondierenden Wandungsbereiche  $S_1$  des aufgesetzten Strömungskastens zickzackartig gestaltet, so daß sich zwischen den aufgeweiteten Rohrenden  $A_4$  und den Wandungsbereichen des jeweiligen Strömungskästen 1 ein Formschluß in Längsrichtung des Strömungskastens ergibt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 25 ist anstelle einer V-förmigen Aufweitung eine wellenförmige Aufweitung der längsseitigen Wandungsabschnitte der aufgeweiteten Rohrenden  $A_5$  vorgesehen. Die korrespondierenden Wandungsbereiche des Strömungskastens  $S_2$  sind analog wellenförmig gekrümmt, wo-

durch sich in gleicher Weise ein Formschluß zwischen dem Strömungskasten  $S_2$  und den Rohrenden  $A_5$  ergibt, wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 24.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 27 sind die Auftulplungen A der Flachrohre  $F_2$  schräg, vorzugsweise etwa diagonal, versetzt zu den Mittellängsebenen der Flachrohre  $F_2$ , wodurch sich in der bündigen Aneinanderreihung der Rohrenden die gezeigte parallele und schräge Ausrichtung der Flachrohre  $F_2$  ergibt.

#### Patentansprüche

1. Wärmeübertrager für ein Kraftfahrzeug mit einem Rippen/Rohrblock, dessen Flachrohre auf gegenüberliegenden Seiten mit derart aufgeweiteten Rohrenden versehen sind, daß querlaufende, einander benachbarte Wandungsabschnitte der Rohrenden flächig aneinanderliegen und die Rohrenden in einer Reihe miteinander fließen, wobei auf die Rohrenden auf beiden Seiten jeweils ein Strömungskasten bündig abschließend mit entsprechenden längsverlaufenden Wandungsabschnitten der Rohrenden aufgesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die einander benachbarten, querlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_6$ ) formschlüssig aneinanderliegen.

2. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Strömungskästen ( $S_1$ ,  $S_2$ ) zugewandten, längsverlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden ( $A_4$ ,  $A_5$ ) formschlüssig an korrespondierenden Wandungsbereichen der Strömungskästen ( $S_1$ ,  $S_2$ ) anliegen.

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugewandten, querlaufenden Wandungsabschnitte benachbarter Rohrenden ( $A_2$ ) mit zueinander korrespondierenden, wellen- oder bogenförmigen Krümmungen versehen sind.

4. Wärmeübertrager nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die längsverlaufenden Wandungsabschnitte der Rohrenden ( $A_4$ ,  $A_5$ ) mit jeweils wenigstens einer aus der Flucht der Wandungsabschnitte abragenden Krümmung oder Ecke versehen sind, und daß die zugeordneten Wandungsbereiche der Strömungskästen ( $S_1$ ,  $S_2$ ) entsprechend gegensinnig gekrümmt oder geziackt verlaufen.

5. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ecken der aufgeweiteten Rohrenden (A) mit Radien ( $R_i$ ,  $R_a$ ) zwischen 0 und 2 mm versehen sind.

6. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrenden ( $A_5$ ) jeweils asymmetrisch zu einer Mittelebene des zugeordneten Flachrohres (7) aufgeweitet sind.

7. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Umfang der Aufweitung (A) jedes Rohrendes dem Umfang des zugeordneten Flachrohres (F,  $F_1$ ) zuzüglich oder abzüglich 30% entspricht.

8. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Übergangsbereich zwischen der Aufweitung des Rohrendes und einem Flachrohrmantel in einem Winkel (W) zwischen  $5^\circ$  und  $90^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $25^\circ$  und  $65^\circ$ , zu

dem querseitigen Wandungsabschnitt der Aufweitung geneigt ist.

9. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erstreckung (L) der querlaufenden Wandungsabschnitte geringer ist als die Breite (B<sub>2</sub>) der Flachrohre. 5

10. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den benachbarten Rohrenden zugewandten querlaufenden Wandungsabschnitte eine Höhe (H<sub>1</sub>) zwischen 0,3 und 10 2 mal einem Teilungsabstand (T) der Flachrohre, nämlich 0,3T ≤ H<sub>1</sub> ≤ 2T aufweisen.

11. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe (H<sub>2</sub>) der Lötfläche der dem Sammelkasten (S) zugewandten längsverlaufenden Wandungsabschnitte geringer ist als die Höhe (H<sub>1</sub>) der querlaufenden Wandungsabschnitte. 15 20

12. Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (F<sub>2</sub>) relativ zu Symmetrieachsen der Aufweitungen (A) 25 der Rohrenden schräg verlaufend ausgerichtet sind.

13. Wärmeübertrageranordnung für ein Kraftfahrzeug mit wenigstens zwei in Durchströmungsrichtung hintereinander angeordneten Wärmeübertragern nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, 30 daß den wenigstens zwei Wärmeübertragern auf gegenüberliegenden Seiten jeweils ein gemeinsames Seitenteil (11, 12, 12a) zugeordnet ist.

14. Wärmeübertrageranordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskästen (2, 35 3, 5, 6, 2a) von wenigstens einem Wärmeübertrager in ihren Seitenbereichen offen gestaltet sind, und daß die gegenüberliegenden Seitenteile (11, 12, 12a) jeweils mit wenigstens einem korrespondierenden Abschlußabschnitt versehen sind, die in die jeweiligen Seitenbereiche der Strömungskästen (2, 3, 5, 6, 2a) hineinragen 40 und diese dicht abschließen.

15. Wärmeübertrageranordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkonturen der Abschlußabschnitte an die korrespondierenden Innenkonturen der Seitenbereiche der Strömungskästen (2, 3, 45 5, 6, 2a) angepaßt sind.

16. Wärmeübertrageranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13 oder nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens 50 zwei Wärmeübertrager gemeinsame, sich über die Gesamtlänge des Rippen/Rohrblockes erstreckende Rippen (27, 28) aufweisen.

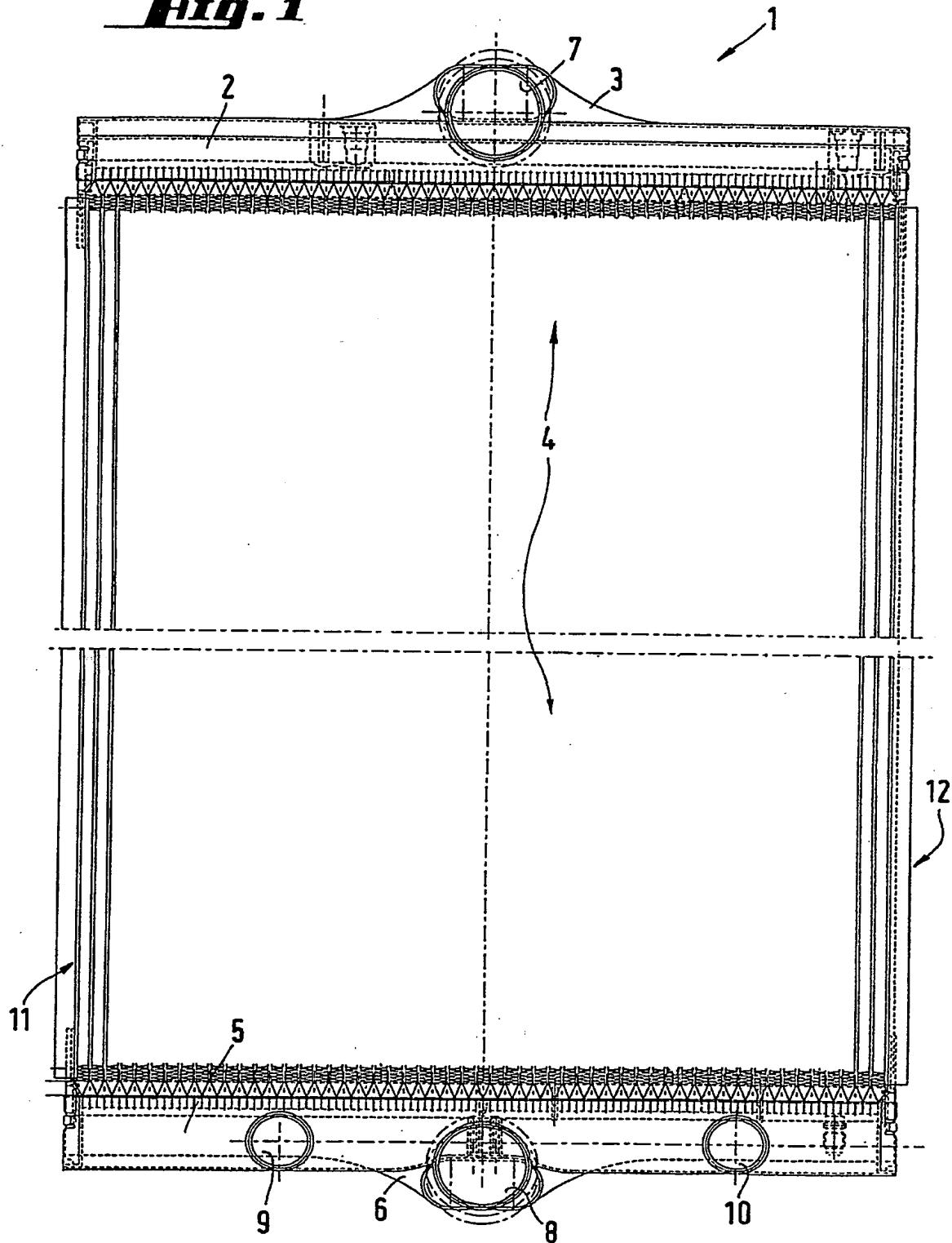
17. Wärmeübertrageranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (F) wenigstens eines Rippen/Rohrblockes jeweils wenigstens zwei zueinander parallele Strömungskanäle (F<sub>S1</sub>, F<sub>S2</sub>) bilden. 55

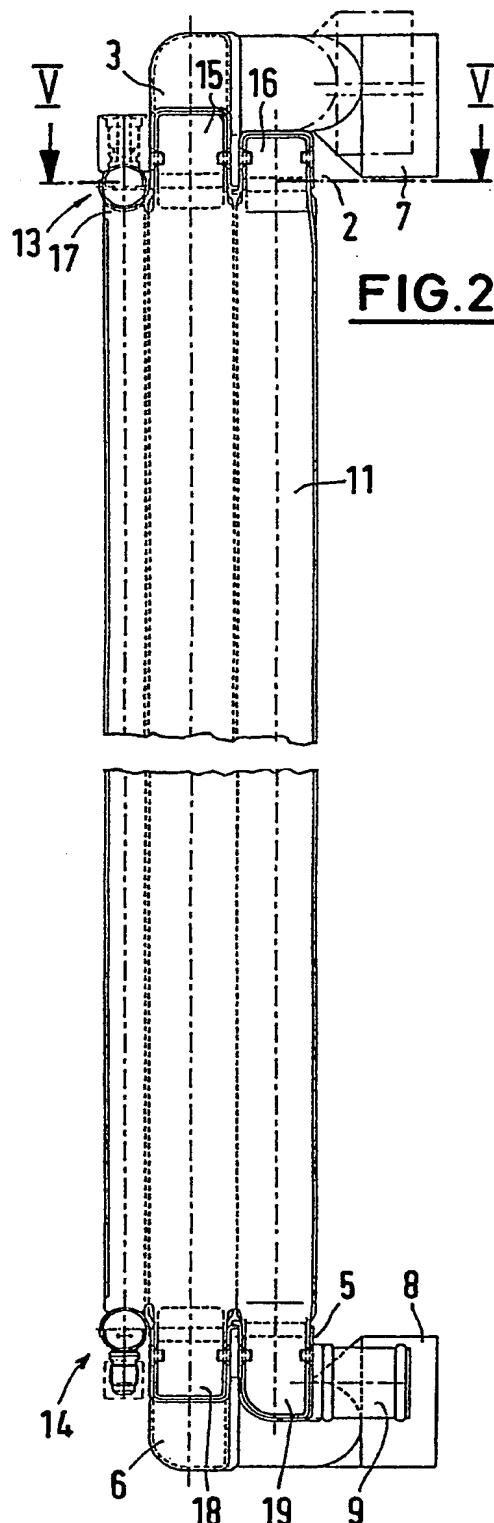
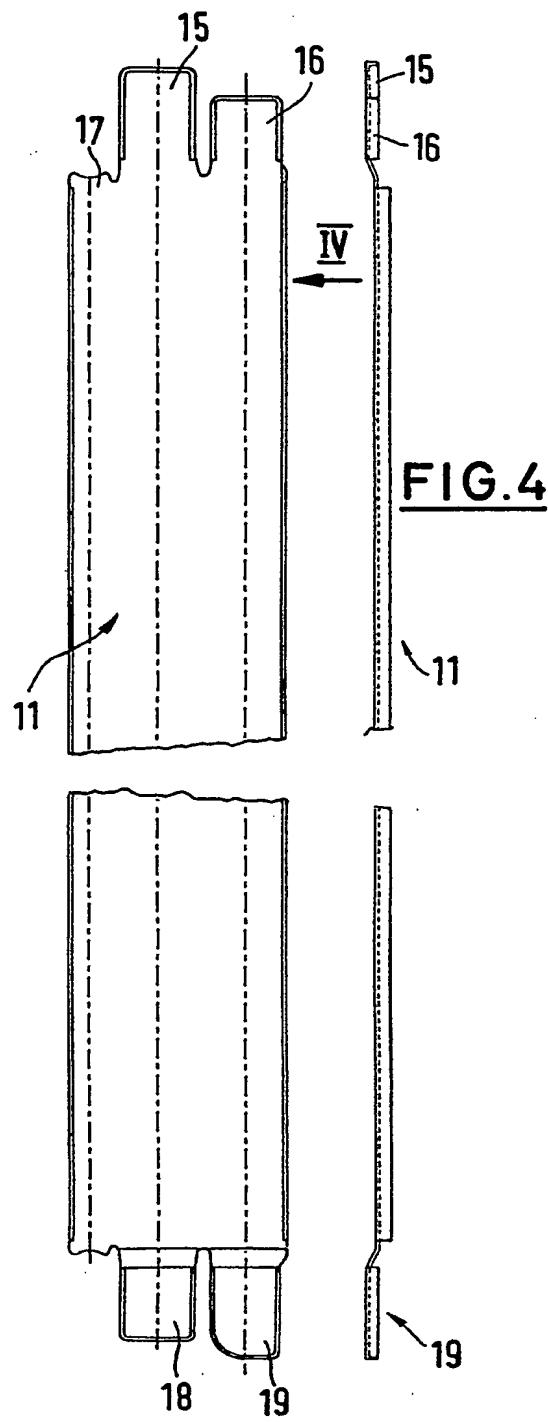
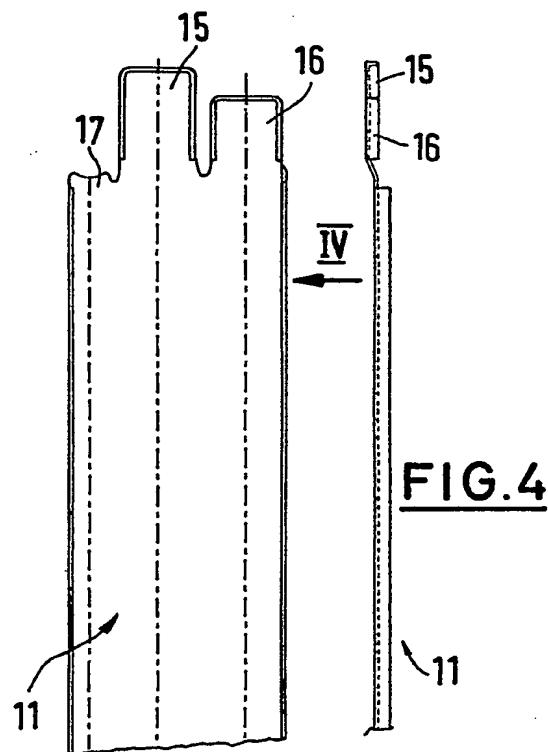
18. Wärmeübertrageranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskästen (34, 35) der wenigstens zwei Wärmeübertrager mit Anschlußstutzen (36, 37) versehen sind, die parallel zueinander und gleichsinnig gekrümmt 60 65 sind.

19. Wärmeübertrageranordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zwi-

schen den Rohren (21b, 24b; 21c, 22c, 24c; 30, 31, 32) und/oder den Strömungskästen (2a, 13a; 33, 34, 35) Isolationsspalte (Sp<sub>1</sub>, Sp<sub>2</sub>, SP<sub>3</sub>, SP<sub>4</sub>) angeordnet sind.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

***Fig. 1***

**FIG. 2****FIG. 3****FIG. 4**

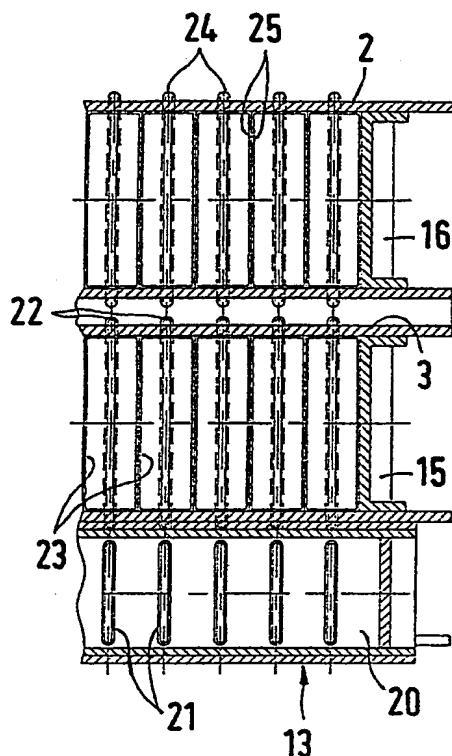


FIG. 5

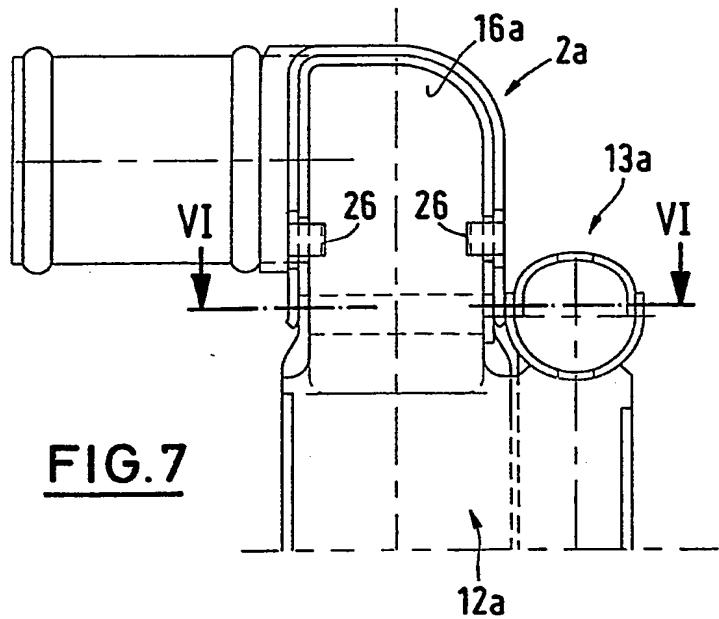
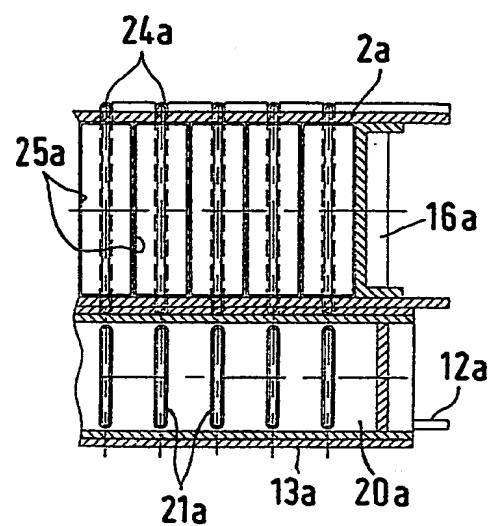
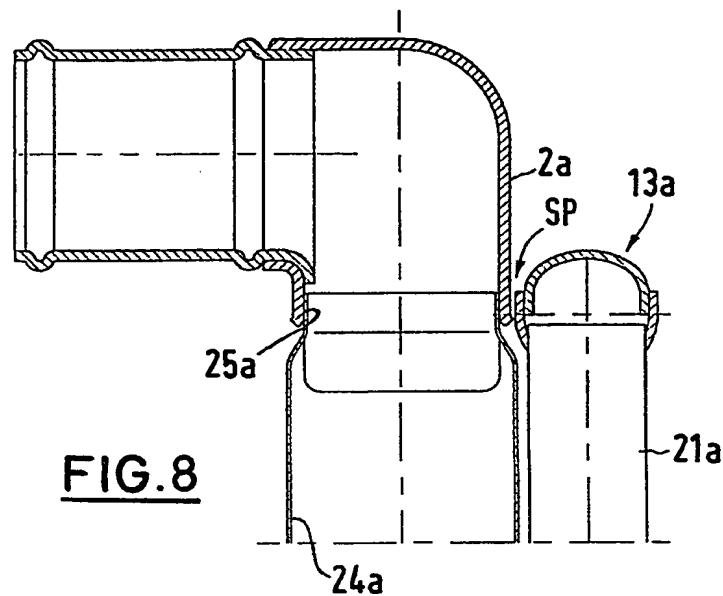
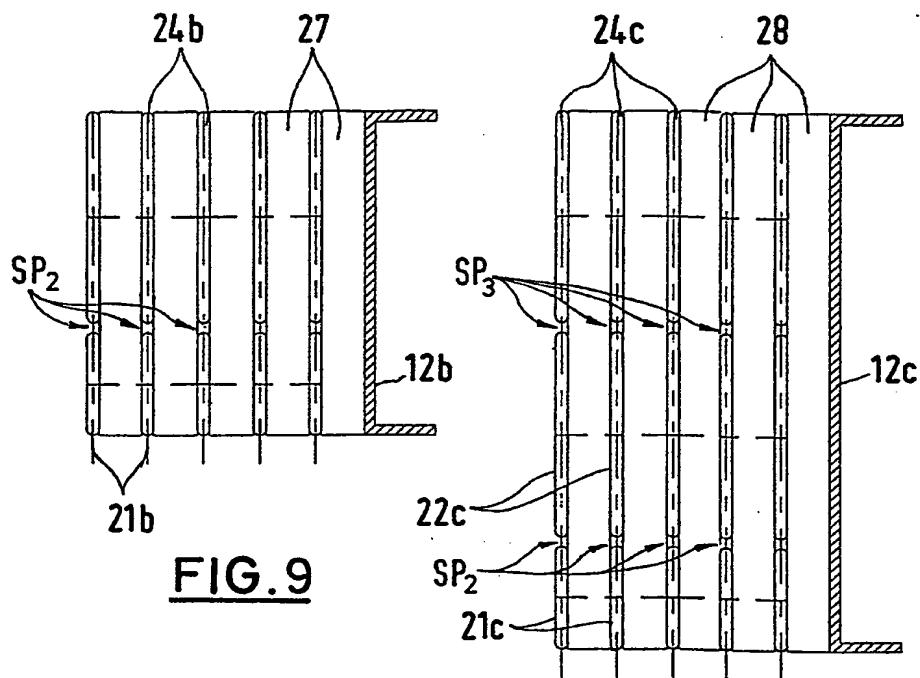


FIG. 6

FIG. 7

**FIG. 8****FIG. 9****FIG. 10**

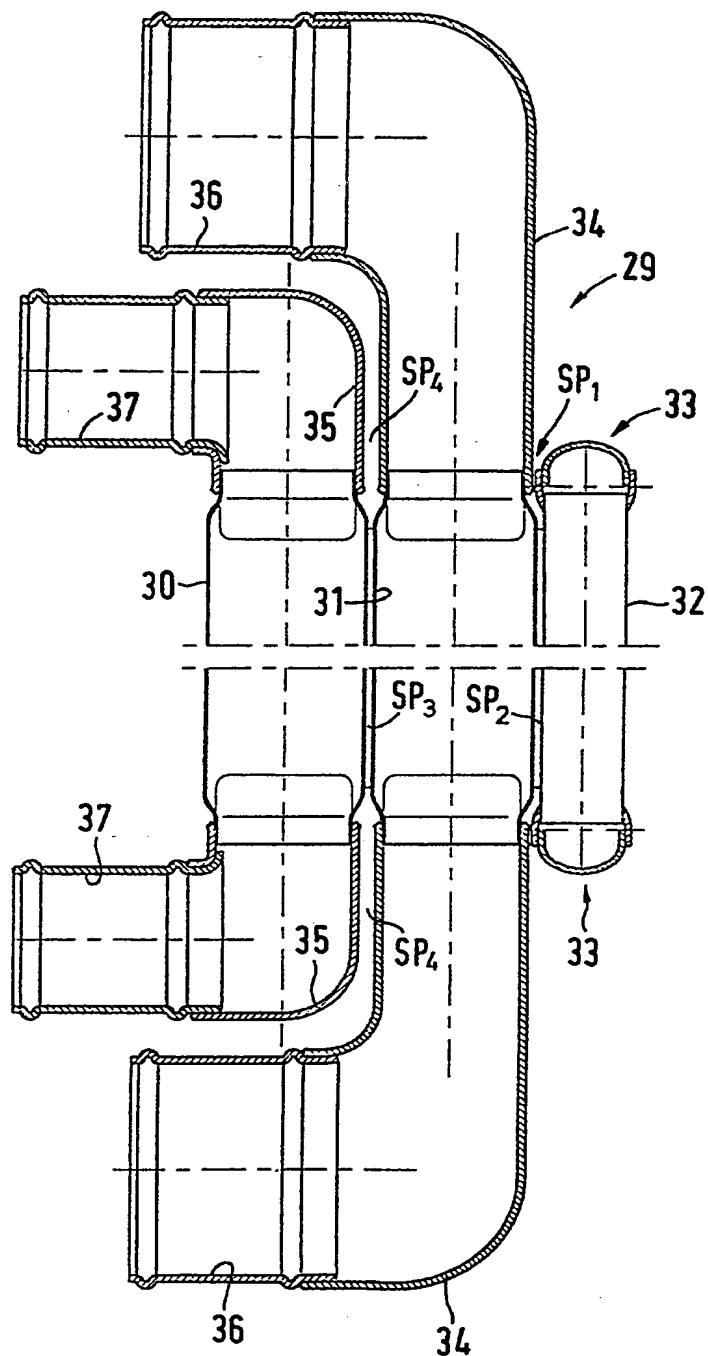


FIG. 11

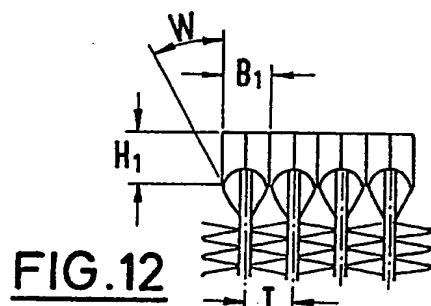


FIG. 12

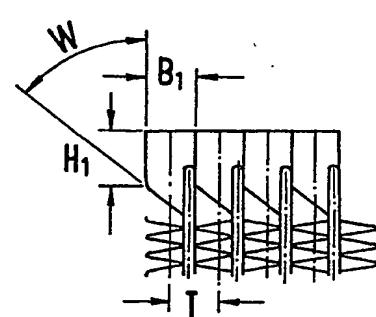


FIG. 13

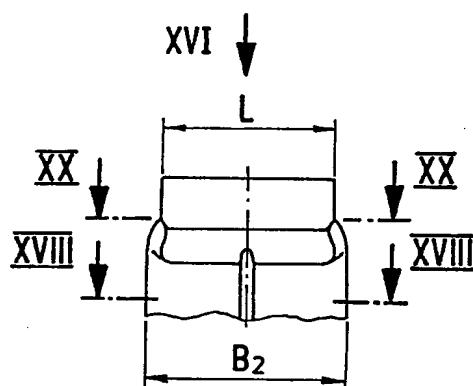


FIG. 14

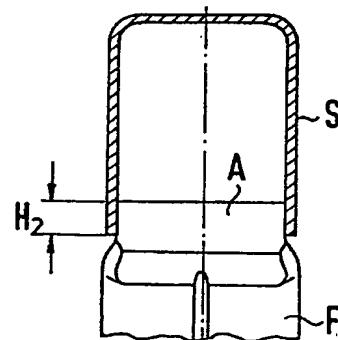


FIG. 15

FIG. 17

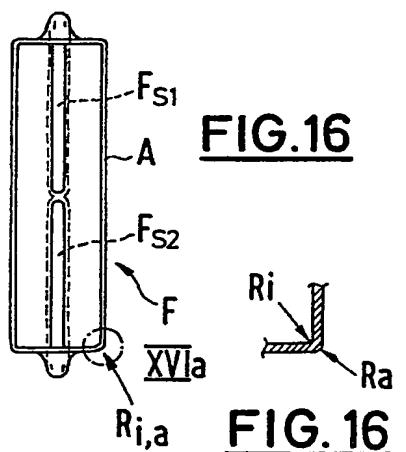


FIG. 16

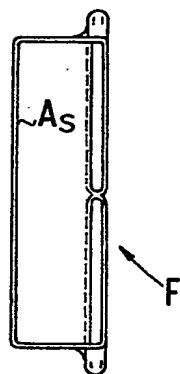


FIG. 16

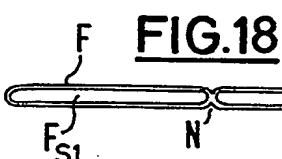


FIG. 19

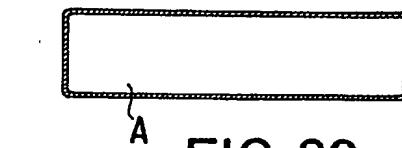


FIG. 20

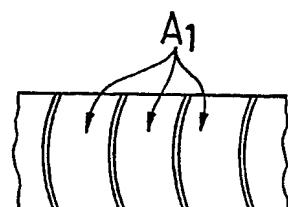


FIG. 21

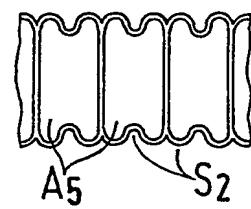


FIG. 25

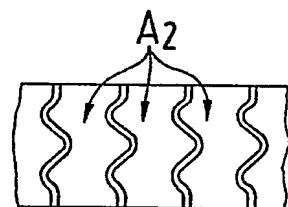


FIG. 22

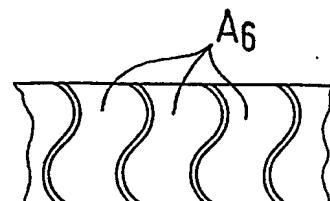


FIG. 26

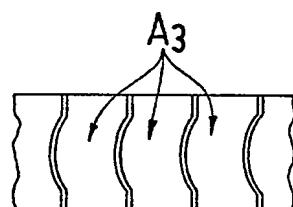


FIG. 23

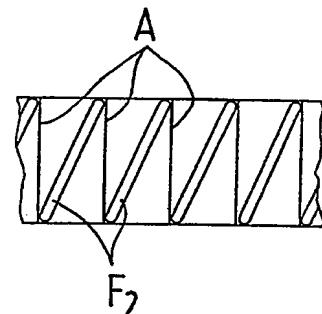


FIG. 27

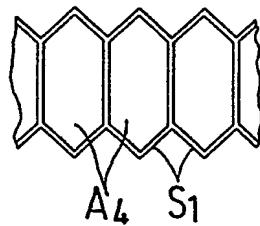


FIG. 24